


VDI

Zentrum
Ressourceneffizienz

VDI ZRE Lesezeichen



Technologie-Monitor

-9-

Juli bis September 2014

Technologien und Innovationen aus dem Bereich Ressourceneffizienz

Dieser Monitoring-Bericht entstand im Auftrag der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH und wurde durch die VDI Technologiezentrum GmbH erstellt.

Monitoring-Bericht Nr. 9 für den Zeitraum Juli bis September 2014

Autoren:

Dr. Leif Brand, VDI Technologiezentrum GmbH

Dr. Heike Seitz, VDI Technologiezentrum GmbH

Dr. Olav Teichert, VDI Technologiezentrum GmbH

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Titelbild: © VDI ZRE GmbH / ressource-deutschland.tv

Intention dieses Monitoring-Berichtes

Die VDI Technologiezentrum GmbH führt für die VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) ein kontinuierliches Technologiemonitoring durch, in dessen Rahmen Presseberichte zu Klimaschutz- und Effizienztechnologien in der industriellen Produktion gesammelt und im Innovationsradar¹ des VDI ZRE veröffentlicht werden.

Die Monitoring-Berichte bereiten Trends und bemerkenswerte Fakten aus Einzelmeldungen aus drei Monaten auf und stellen sie in komprimierter Form zusammen mit den Quellenangaben vor.

Der vorliegende achte Bericht fasst den Zeitraum Juli bis September 2014 zusammen und adressiert folgende Themen:

- Ressourceneffizienz in der industriellen Fertigung
- Baustoffe und Ressourceneffizienz
- Windenergie

¹ www.ressource-deutschland.de/instrumente/innovationsradar

Ressourceneffizienz in der industriellen Fertigung

Industrieprodukte sehen sich im Wettbewerbsdruck moderner, globalisierter Märkte zunehmenden Anforderungen durch Produktindividualisierungen und kürzere Produktnutzungsdauern ausgesetzt. Ziel ist die Bedienung von Märkten mit Produkten in immer kleinerer Losgröße. Insbesondere in der Verarbeitung ist dies schwierig, da zum Beispiel Umformwerkzeuge in ihrer geometrischen Gestaltung bauteilspezifisch an die zu produzierenden Werkstücke angepasst werden müssen. Die Herstellung entsprechender Umform- und Verarbeitungswerkzeuge ist sehr kostenintensiv, und die Werkzeuge selbst können hinsichtlich Produktabweichungen nur sehr begrenzt eingesetzt werden. In der Anwendungsforschung wird deshalb die Entwicklung flexibler Formwerkzeuge adressiert, die sich zur Fertigung möglichst vieler verschiedener Produkte eignen.

Besonders engagiert ist das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Hier werden auf prototypischer Basis Umformmaschinen mit einstellbaren Wirkflächen entwickelt, wobei die Wirkfläche aus zahlreichen kleinen, individuell einstellbaren Flächenelementen besteht. Somit ist eine Anpassung und schnelle Umstellung auf andere Formgeometrien möglich. Realisiert wurde das Prinzip bislang für vier Anlagentypen zum Umformen von Kunststoffplatten, zum Spannen von Faserverbundbauteilen, zum Spannen von Kunststoffteilen und zum Tiefziehen von Polymerfolien. Die flexiblen Werkzeugsysteme wurden jeweils so konzipiert, dass eine schnelle und unkomplizierte Anpassung an andere Bauteilabmessungen und -geometrien möglich ist.²

² D. Simon et al.: Geometrieflexible Systeme zur Kunststoff- und CFK-Verarbeitung, in: Maschinenmarkt 34/2014 (25.08.2014), S. 38. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mm/2014/035.pdf> (aufgerufen am 20.11.2014)

Der Trend zu vielseitigen Fertigungsanlagen, die möglichst flexible Werkstückgeometrien bei kleinen Gesamtlosgrößen handhaben können, steht auch bei dem französischen Fräsmaschinenhersteller Huron im Mittelpunkt der Aktivitäten. Im Auftrag eines Industrieunternehmens wurde hier ein hochflexibles fünfachsiges Fräszentrum entwickelt, das für aufwändige Bearbeitungsprozesse und die Bearbeitung komplexer Großbauteile eignet. Das Unternehmen produziert mit der Fräsanlage Bauteile mit Stückpreisen zwischen 50.000 und 100.000 Euro, oft bei einer Losgröße von eins. Ein Ausschuss aufgrund von Fehlbearbeitung muss unter diesen Bedingungen ausgeschlossen werden, so dass sich neben der großen Flexibilität in der Werkstückfertigung auch hohe Anforderungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit des Verarbeitungsprozesses stellen.³

Vielseitige und flexible Bearbeitungsmaschinen und Fertigungsanlagen

Als Bionik bezeichnet man die Konstruktion und Nutzung technischer Systeme nach Vorbildern in der Natur. Ziel ist die Überführung von in der natürlichen Evolution über Jahrmillionen entwickelten Problemlösungsprinzipien in technische Anwendungen. Am Institut für Biologische Verfahrenstechnik der Hochschule Mannheim arbeitet man seit Langem an der Entwicklung von Verfahren zur Entrostung von Metallteilen und der Reinigung polierter Oberflächen nach natürlichem Vorbild.

Entrostung und Teilereinigung mit bionischen Mitteln

Rost besteht vor allem aus dreiwertigem Eisenoxid. In der Natur tritt dreiwertiges Eisen vor allem im Blut auf und ist dort für den Transport von Sauerstoff in die Zellen eines Organismus verantwortlich. Molekulare Transporter und Speicher für Eisen(III) sind vor allem Ferritin und Siderophore. Insbesondere Siderophore sind als sogenannte Kom-

³ P. Königsreuther: Vielseitige Fertigungsanlage hält die Produktion über Jahrzehnte fit, in: Maschinenmarkt 38/2014 (15.09.2014), S. 38, <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/fileservers/vogelonline/issues/mm/2014/038.pdf> (aufgerufen am 20.11.2014)

plexbildner in der Lage, Eisen(III) zu binden. Im Umfeld des Instituts wurden inzwischen biologische Entrostungsmittel auf der Basis solcher Komplexbildner entwickelt. Nach mehrstündigem Einlegen in Tauchbäder wurden auch an stark korrodierten Metallteilen gute Entrostungsergebnisse erzielt.

Ein anderer Fokus betrifft die Reinigung von Metalloberflächen durch Polieren. Zum Polieren hat sich in den zurückliegenden Jahren Walnusschalengranulat als sogenanntes „weiches Schleifmittel“ etabliert. Allerdings verbleiben nach dem Polierprozess oft kleine Granulatrückstände auf der Oberfläche und lagern sich als Abrieb in Vertiefungen, Nuten und Bohrungen ein. Eine Entfernung dieser Rückstände erweist sich häufig als aufwändig. Auch hier wurde im Institut für Biologische Verfahrenstechnik ein bionischer Ansatz gefunden. Vorbild waren zwei natürliche Prozesse: zum einen die Verkleinerung von Essensresten in Zahnzwischenräumen durch Speichelenzyme, zum anderen spezielle Waldpilze, die in der Lage sind, Walnussholz zu zersetzen. Eine Speziallösung, die beide Wirkstoffe beinhaltet, zeigt eine Verkleinerung der Abriebteilchen, die ausreicht, diese durch einfaches Flüssigkeitsspülen in einem Ultraschallbad auszutragen.⁴

Für die Kühlung und Schmierung zwischen Werkzeug und zu verarbeitendem Bauteil sind Schneideöle insbesondere im Bereich der Präzisionsbearbeitung äußerst wichtig. Sie verschmutzen jedoch schnell durch Späne und andere Rückstände wie Beize, Zunder, Oxidationspartikel, Wasser und andere Fremdstoffe. Hochleistungsschneidöle sind zudem teuer und können bis zu 15 Euro pro Liter kosten, wodurch sie je nach Einsatzmenge zu einem betriebswirtschaft-

⁴ Peter M. Kunz: Entrostung und Teilereinigung aus der Natur abgekupfert, in: *Konstruktion*, September 2014, Sonderteil Bionik, S. 46

lichen Faktor werden. Hinzu kommen die indirekten Kosten für Ölwechsel, Standzeiten, Personal etc. Konventionell eingesetzte Ölfilter verlängern die Lebensdauer von Schneidölen. Sie können aber nur Partikel bis zu 50 µm Größe filtern. Kleinere Partikel werden nicht mehr erfasst. Aber auch diese vermindern die Schneidölqualität.

Bei dem Unternehmen Delta Technik Filtersysteme (Hirschberg) wurde zusammen mit Forschungspartnern aus Wissenschaft und Industrie ein spezielles Tiefenfiltersystem entwickelt, das noch Partikel bis unter 2 µm erfasst und ausfiltert. Der Filter besteht aus Spezialzellulose, aufgerauhten Polypropylen-Feinstfäden und elektrostatisch geladener PETB-Folie. Angewandt wird die Ölaufbereitung entweder kontinuierlich bei laufender Maschine oder präventiv nach einem Schneidevorgang bei stehender Maschine. Untersuchungen zeigen, dass sich durch die Tiefenfilter über 90 Prozent der kontaminierenden Stoffe aus dem Öl entfernen lassen. Die Amortisation der Kosten der Tiefenfilteranlage tritt je nach Nutzungsverhalten bereits nach wenigen Monaten bis zu einem Jahr ein.⁵

Verlängerte
Nutzungsdauer von
Schneidölen durch
Tiefenfilter

In der Metallbearbeitung spielt die Schmierung von Dreh-, Bohr-, Schneid- und Zerspanungswerkzeugen eine zentrale Rolle. In Deutschland werden pro Jahr etwa 70.000 Tonnen Schmiermittelzusätze verbraucht. Die Firma Gelita AG aus Eberbach hat nach Alternativen zur konventionellen Ölschmierung gesucht. Die Firma selbst ist ein großer Hersteller von Kollagenproteinen und hat nun ein Kühlschmiermittel auf der Basis von Gelatine entwickelt, dem Basisstoff, aus dem zum Beispiel auch Gummibärchen bestehen. Statt auf Öl sorgen bei dem neuen Konzentrat Proteine für die

⁵ C. Ruckes: Spezielle Tiefenfilter halten Schneidöle länger fit, in: Maschinenmarkt 36/2014 (01.09.2014), S. 74. <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/filesserver/vogelonline/issues/mm/2014/036.pdf> (aufgerufen am 20.11.2014)

Reibungsminderung zwischen Werkzeug und Werkstück. Die neue Schmierlösung hat laut Herstellerangaben eine Reihe von Vorteilen. So soll sie so gut schmieren wie klassisches Schmieröl, führt aber durch eine bessere Wärmeleitfähigkeit die entstehende Reibungshitze besser ab. Zudem hinterlassen die Proteine weniger Rückstände auf den Werkstücken, wodurch sich häufig eine sonst im Anschluss erforderliche Reinigung erübrigt. Zusätzlich ist die Schmierlösung biologisch abbaubar. Ein 15-monatiger Vergleichstest eines Maschinenherstellers konnte die genannten Vorteile gegenüber mineralölbasierten Schmiermitteln belegen. Derzeit laufen weitere Tests, in denen die Gelatine-Lösung mit Additiven für Druck- und Temperaturbeständigkeit sowie zur Entschäumung versetzt wird.⁶

Heizkosten spielen für Unternehmen, Privathaushalte und öffentliche Einrichtungen eine dominierende Rolle in der Energiekostenbilanz. Auf der anderen Seite werden in vielen wirtschaftlichen Prozessen (zum Beispiel in der Industrie, in Biogasanlagen etc.) große Mengen von Prozesswärme erzeugt, von der beträchtliche Anteile ungenutzt entweichen. Dennoch wird in einzelnen Industrieprozessen, wie zum Beispiel beim Lackieren bereits heute anfallende Prozesswärme zeitversetzt wieder in den Arbeitsprozess eingespeist, was den energetischen Wirkungsgrad erheblich verbessert. Allerdings gibt es derzeit kaum technische Systeme, die solche Prozesswärme über Monate speichern und zum Beispiel im Winter an ein Nah- oder Fernwärmenetz abgeben können. Um den jahreszeitlichen Versatz zwischen Wärmenachfrage und -angebot zu glätten, hat die Firma Cupasol in Ravensburg Wärmespeicher für Biogasanlagen mit Blockheizkraftwerk entwickelt, die von

⁶ L. Weber: Schmieren mit Gummibärchen, in: FAZ Nr. 155, 08.07.2014. <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/umwelt-technik/metallbearbeitung-schmierungen-mit-gummibaerchen-13031306.html> (aufgerufen am 20.11.2014)

Unternehmen oder Kommunen genutzt werden könnten. Das Speichersystem basiert wesentlich auf einer hervorragenden Dämmung der großen Wasserspeicher, die in Bau-Größen zwischen 500 und 5000 m³ verfügbar sind. Die thermische Dämmung ist so gut, dass die Temperatur des auf 90 °C erwärmten Wassers bei zweijähriger Nichtnutzung auf nur 30 °C fällt. Das Speichersystem ist insofern geeignet, Nahwärmenetze im Mehrmonatsbetrieb zu versorgen und die Nachfrage- und Angebotsschwankungen auszugleichen. Die Gesamtsysteme, bestehend aus Speicher, Hydraulik und automatisierter Steuerung, sind nach Herstellerangaben auf Langlebigkeit konzipiert und versprechen Lebensdauern von mindestens 20 Jahren. Das Speichersystem kommt aufgrund der baulichen Dimension des großen Wasserspeichers jedoch nur für größere Liegenschaften mit entsprechendem Platzangebot in Frage und erfordert häufig vorausgelagerte Erdarbeiten. Laut Herstellerangaben können Langzeit-Wärmespeicher einen erheblichen Beitrag zur Energiewende leisten und amortisieren sich nach einer Betriebszeit von etwa drei bis sieben Jahren.⁷

Langzeitwärme-
speicher zur Nutzung
der Prozesswärme

Ressourceneffizienz ist nicht nur durch den Einsatz moderner Technik oder die Entwicklung neuer (Hoch-)technologien zu erreichen. Einen wesentlichen Beitrag leistet auch der Einsatz gebrauchter Maschinen. Gebrauchttechnik entwickelt sich zunehmend zu einem Trendthema. Häufig können Maschinen, die in einem Betrieb außer Dienst gestellt werden, von einem anderen Anwender noch sinnvoll und effizient genutzt werden und leisten so einen Beitrag gegen Ressourcenverschwendung. Zudem können Gebrauchtmaschinen auch zur Entwicklung der Produktionsinfrastruktur ärmerer Länder beitragen, indem sie dortigen

⁷ S. Itasse: Langzeit-Wärmespeicher machen Prozesswärme einfacher nutzbar. Nachhaltige Produktion, 25.09.2014, <http://www.nachhaltige-produktion.de/energie-ressourcen/articles/460601/> (aufgerufen am 20.11.2014)

Produzenten Zugang zu modernen Produktionstechniken bieten. Messen gelten als wichtige Kontaktmöglichkeit zur Vermittlung gebrauchter Maschinen. Die jährlich in Karlsruhe stattfindende Usetec ist in diesem Zusammenhang die weltgrößte Messe für gebrauchte Maschinen.⁸

Schäume aus Materialien wie Kunststoffen, Keramik, Metallen, Gläsern, Kohlenstoff etc. werden in der Industrie seit Langem eingesetzt und spielen eine immer wichtigere Rolle. So bringen sie mehrere für viele Produkte gewünschte Eigenschaften mit. Sie bestehen zu einem hohen Prozentsatz aus Luftbläschen, so dass sich bei der Fertigung von Bauteilen eine große Menge Basismaterial einsparen lässt. Da viele Schaumbauteile dennoch sehr stabil hergestellt werden können, eignen sich Industrieschäume insbesondere für zahlreiche Leichtbauanwendungen. Eine weitere charakteristische Eigenschaft ist ihr Dämpfungsverhalten. Die Luftblasen können starke, auf das Material einwirkende Stöße abfedern und die Aufprallenergie aufnehmen. Schäume werden häufig als Stoßdämpfer eingesetzt. Ebenso hervorragend sind ihre akustischen Dämpfungseigenschaften, die Schaumbauteile für den Lärmschutz prädestinieren.

Ein ebenfalls wichtiger Anwendungsbereich ist die thermische Dämmung. Durch das gute Wärmeisolationsverhalten von Schäumen eignen sich diese hervorragend zur Wärmedämmung und Wärmespeicherung. Diese und zahlreiche weitere Anwendungen insbesondere auch in der Lebensmitteltechnik werden in Forschung und Industrie adressiert und intensiv weiter erforscht. Inzwischen ist es vielfach möglich, mit Computersimulationen die Schaumproduktion sehr gut zu simulieren und Schäume mit gezielt

Materialschäume eignen sich gut für die thermische Dämmung

⁸ C. Otto: Gebrauchtmaschinen liegen voll im Trend. Nachhaltige Produktion, 11.08.2014, <http://www.nachhaltige-produktion.de/energie-ressourcen/articles/455366/> (aufgerufen am 20.11.2014)

mit maßgeschneiderten Eigenschaften herzustellen.⁹

Mit einem neuen optischen Verfahren der Ludwig-Maximilians-Universität in München können die jährlich anfallenden 1,3 Millionen Tonnen Plastikmüll sortenrein getrennt werden. Das Ergebnis ist so gut, dass PET-Abfälle für die Herstellung hochwertiger Funktionsbekleidung genutzt werden können. Diese stellen damit eine Substitution für den Rohstoff dar. Zudem genügt das Verfahren, das die je nach Kunststoffsorten typischen Fluoreszenzabklingzeiten einsetzt, bereits jetzt schon den Ansprüchen für eine industrielle Umsetzung.¹⁰ Aufgrund unterschiedlicher fluoreszierender Eigenschaften der Kunststoffsorten, leuchten diese nach Bestrahlung mit Lichtimpulsen unterschiedlich lang.

Für die Sortierung von Altglas wurde ebenfalls ein neues optisches Verfahren entwickelt, das zukünftig eine Farbtrennung von Altglas überflüssig machen kann. Der französische Sita-Konzern nutzt dafür hochauflösende Kameras und eine ausgefeilte Sensortechnik. Derzeit stehen Anlagen in Antwerpen und in Charleroi in Belgien. Die Glasabfälle werden aufbereitet und zu Sandkorngröße zerkleinert. Der Glassand wird mit Hilfe der Sensoren farblich getrennt und in gesonderten Behältern gesammelt. Das Ergebnis ist so gut, dass daraus wieder weißes, grünes oder braunes Glas hergestellt werden kann. Diese neue Technik ermöglicht eine gemeinsame Sammlung und Abholung des Altglases und spart durch das Verfahren in erheblichem Umfang Energie und Wasser, zudem wird der CO₂-Ausstoß gesenkt. Der Sita-Konzern rechnet mit einem hohen Marktpotenzial in den osteuropäischen Schwellenländern, in denen noch wenig Altglas recycelt wird. In Deutschland funktioniert

Optische Sensoren
optimieren Recycling

⁹ S. Donner: Latte macchiato im Weltall, in: WirtschaftsWoche Nr. 34 (18.08.2014), S. 58-61

¹⁰ W. Grosch: Plastikmüll kann besser wiederverwertet werden, in: VDI Nachrichten, 02.10.2014, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Abfallwirtschaft/Plastikmuell-besser-wiederverwertet> (aufgerufen am 20.11.2014)

das bestehende Altglassammelsystem sehr gut. Eine Umrüstung der laufenden Anlagen erscheint derzeit nicht wirtschaftlich.¹¹

Baustoffe und Ressourceneffizienz

Sowohl beim Neubau als auch bei der Sanierung von Häusern gewinnt der effizientere Einsatz von Materialien und Werkstoffen eine immer größere Bedeutung. Dabei spielt die Entwicklung von Verbundwerkstoffen eine wichtige Rolle, die ökologische Faktoren – wie die Fähigkeit zum Recycling – mit einer hohen Langlebigkeit verbinden. Ein vielversprechender Werkstoff, der sowohl bei der bautechnischen Verstärkung und Instandsetzung als auch im Neubau neue Möglichkeiten bietet, ist der Textilbeton. Der Vorteil textiler Bewehrungen liegt in der Korrosionsbeständigkeit bei gleichzeitig hoher Festigkeit. Dadurch kann die eingesetzte Betonmenge verringert und bereits bei einer geringen Betonüberdeckung von ca. 5-10 mm ein hoher Verstärkungsgrad erreicht werden. Bis zu 80 Prozent des bei Stahlbeton üblichen Materialeinsatzes können bei der Herstellung entfallen. Die resultierenden Gewichts- und Materialeinsparungen erleichtern zudem Transport, Montage oder Rückbau.

Einen weiteren Entwicklungsschritt stellen 3D-Textilien zur Betonarmierung dar, in denen zwei biaxiale Gitter – so genannte Grids – aus alkaliresistentem Glas, Carbon, Basalt oder Aramid miteinander drucksteif zu dreidimensionalen Abstandsgewirken verbunden sind. Die Firma V. Fraas Solutions in Textile GmbH bietet nun eine sortenreine Form

¹¹N. Blechner: Altglas automatisch nach Farben sortiert, in: VDI Nachrichten Nr. 36 (05.09.2014), S. 14

solcher 3D-Textilien an. Sortenrein bedeutet, dass die Grids nicht mit Fremdfasern wie Polypropylen oder Polyester, sondern mit Fäden aus demselben Ursprungsmaterial verbunden werden. Damit wird das Recycling von Textilbeton deutlich verbessert und vereinfacht. Dem unter der Marke Tudalit® erhältlichen Textilbeton wurde vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) die erste allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erteilt.¹²

Insbesondere bei der Instandsetzung von Häuserfassaden, die vielfältigen witterungsbedingten Belastungen standhalten müssen, sind Funktionsbeschichtungen und Dämmputze gefragt, die Materialeigenschaften wie hohe Beschichtungsqualität und Dämmfähigkeit mit Ressourcen schonenden Eigenschaften verbinden. Um zu überprüfen, inwieweit auf natürliche und rein mineralische Materialien basierende Funktionsbeschichtungen und Putze diesen Ansprüchen gerecht werden, hat Fraunhofer UMSICHT die Funktionsbeschichtung CERABRAN® OUTSIDE sowie das Dämmputz-System BRANELIT® der Firma ProCeram unter Realbedingungen hinsichtlich werkstoffwissenschaftlicher Zusammenhänge getestet und mit Referenzprodukten verglichen. Ein Jahr lang untersuchten die Forscher dabei die Wasseraufnahme und den Feuchtetransport in den Beschichtungen, die sogenannte Wasserdampfpermeation sowie ihre Fähigkeit zur Wärmedämmung. Im Gegensatz zu getesteten Referenzprodukten wie Styropor, Glaswolle oder Holzfaserdämmplatten nahmen die nicht entflammaren mineralischen Beschichtungen (die Materialsysteme sind hitzebeständig bis 1200 °C) weniger Wasser auf und ließen eingedrungene Feuchtigkeit aufgrund ihrer guten Wasserdampfdurchlässigkeit zuverlässig trocknen. Darüber

Nachhaltige
Funktionsbe-
schichtungen und
Dämmputze

¹²Sortenreine 3D-Textilien zur Betonarmierung. Detail.de, 11.09.2014, <http://www.detail.de/architektur/news/sortenreine-3d-textilien-zur-betonarmierung-023674.html> (aufgerufen am 20.11.2014)

hinaus bieten sie durch eine geringe Wärmeleitfähigkeit die Möglichkeit, auch bei geringen Auftragsstärken eine hohe Wärmedämmung zu erzielen.¹³

Um den Einsatz mineralischer Baumaterialien ressourceneffizienter zu gestalten, wird es auch hier immer wichtiger, verbesserte Recyclingmethoden zu entwickeln. Ein aktuelles Beispiel ist ein vom Bundesumweltministerium im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms im Förderschwerpunkt „Materialeffizienz in der Produktion“ gefördertes Projekt. Mit einer Fördersumme von 483.000 Euro wird die Firma Dörentrup Quarz GmbH & Co. KG dabei unterstützt, eine neue umweltfreundliche Feinsand-Rückgewinnungsanlage in Verbindung mit innovativen Sandaufbereitungstechniken anzuschaffen. Im Vordergrund steht dabei die Rückgewinnung von Quarzsanden aus Sandschlammen, bei denen mit dem bisher eingesetzten Aufbereitungsverfahren 25 Prozent des geförderten Sandes nicht separiert werden konnten und in Gruben abgelagert werden mussten. Analysen der Firma Dörentrup haben ergeben, dass in den Schlammen noch ca. 50 Prozent Quarzfeinsand enthalten sind. Mit der Anwendung der innovativen Verfahrenskombination kann zumindest die Hälfte des Feinsandes zurückgewonnen werden. Das Unternehmen kann also 25 Prozent der bereits abgelagerten Menge rückgewinnen und vermarkten, was ca. 480.000 Tonnen bzw. dem Absatz von vier Jahren entspricht.¹⁴

Kennzeichnend für die globale Entwicklung des Baustoffsektors in den letzten Jahren und Jahrzehnten ist ein wenig nachhaltiger Ressourcenverbrauch. So liegt der Tonverbrauch weltweit bei etwa 500 Millionen Tonnen und übertrifft die Regenerationsfähigkeit um ein Vielfaches. Denn

Förderung
innovativer
Aufbereitungs-
techniken für
Quarzsande

¹³Bauwerkstoffe - Nachhaltig verputzt, weniger Heizkosten. Informationsdienst Wissenschaft (idw), <http://www.idw-online.de/de/news595459> (aufgerufen am 20.11.2014)

¹⁴Umweltinnovationsprogramm-gefördert: Aufbereitung abgelagerter Quarzsande. Recycling-Portal, <http://recyclingportal.eu/Archive/5574> (aufgerufen am 20.11.2014)

zur Bildung einer nur 3 cm dicken Tonschicht werden etwa 1.000 Jahre benötigt. Zudem ist Ton wie alle mineralischen Rohstoffe eine regional begrenzt vorkommende Ressource.

Um auf nationaler Ebene dem Thema Ressourceneffizienz im Bausektor ein stärkeres Gewicht zu geben, wurde das Innovationsnetzwerk MICROMIN gegründet, das vom Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen des Förderprogramms "Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand" gefördert wird. Das Netzwerk befasst sich mit der ökoeffizienten Nutzung feinteiliger Materialien- und Reststoffen der Steine- und Erdenindustrie und weiterer Industriebereiche zur Anwendung in den Produkten der keramischen Baumaterialien sowie der Beton-, Mörtel- und Betonfertigteilherstellung. Dabei arbeiten Partner, insbesondere aus dem KMU-Bereich, bundesländerübergreifend zusammen und bringen ihre spezifischen Kompetenzen ein. Das Netzwerk unterstützt seine Mitglieder in den unterschiedlichsten Bereichen: angefangen von der Technologiekommunikation über die Projektinitiierung bis hin zur Öffentlichkeitsarbeit.¹⁵

Windenergie

Der Wind trifft nicht konstant und gleichmäßig aus derselben Windrichtung auf die Flügel einer Windenergieanlage. Es ist eine Herausforderung, die Gondel ohne große mechanische Belastungen sanft und schnell in die jeweilig beste Position zu bringen. Bisher wurde dieses Azimutsystem über je nach Windenergieanlage unterschiedliche Steuerungseinheiten geführt. In der Regel besteht ein so

¹⁵Neues Netzwerk für mehr Ressourceneffizienz im Baustoffsektor. Pressebox, <http://www.pressebox.de/pressemitteilung/netzwerk-fuer-micro-mineralien-micromin-co-innos-sperlich-gmbh/Neues-Netzwerk-fuer-mehr-Ressourceneffizienz-im-Baustoffsektor/boxid/703535> (aufgerufen am 20.11.2014)

genannter Yaw-Antrieb aus einem geberlosen Asynchronmotor, was dazu führt, dass bei langsamer Reaktionszeit auf sich verändernde Winde relativ hohe Belastungen auf das System wirken, und dieses damit anfälliger für Reparaturen wird bzw. eine kürzere Lebensdauer hat.

In dem Forschungsprojekt Reliawind der Wind Energy GmbH und von Siemens Industry ist es das Ziel, eine harmonische Bewegungsführung der Gondel unter minimaler mechanischer Belastung auszuführen. Das entwickelte System besteht aus einem Sanftstarter, vier dezentralen Antrieben, einer neuen Regelungs- und Messtechnik. Es wurde an einer Zwei-Megawatt-Anlage mit einer Nabenhöhe von 100 Metern getestet. Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass dieses System eine Überspannung des Antriebs verhindert und die überschüssige Energie zurück ins Netz gespeist werden kann. Die neuartige Kombination aus Antrieb, Regelungs- und Messtechnik „ermöglicht erstmals das Condition Monitoring für eine proaktive Analyse, Wartung und Reparatur“ sowie für eine längere Laufzeit der Turbine.¹⁶

Selbst wenn sich die Windräder schnell, sanft und ohne größere Belastungen der Turbine der Windrichtung anpassen, machen ihnen immer noch Turbulenzen zu schaffen, die sich innerhalb kürzester Zeit auf die gesamte Windenergieanlage übertragen und die abgegebene Leistung reduzieren. Innerhalb weniger Sekunden können sich Windturbulenzen auf eine Windenergieanlage so auswirken, dass sich die Leistung um mehr als 80 Prozent verringert. Damit wird deutlich, welche große Bedeutung Turbulenzen für die Gewinnung der Windenergie haben kann. Die physikalischen Zusammenhänge und die Auswirkungen auf Windenergieanlagen werden in der Regel weder beim Bau der Anla-

Harmonische
Bewegungsführung
der Gondel

¹⁶ Heiko Uhlig: Perfekt im Wind, in: Erneuerbare Energien (August 2014), S. 48 – 51

gen berücksichtigt, noch sind sie vollständig verstanden. In der Anpassung solcher Anlagen an turbulente Strömungsphänomene liegt ein hohes Innovationspotenzial, denn Turbulenzen beeinflussen auch die benachbarten Windenergieanlagen in einem Windpark.

Eine Windenergieanlage kann niemals eine vollständige Umwandlung der Windleistung gewährleisten – dies würde den Luftstrom vollständig abbremsen und die Anlage hätte die Wirkung einer Wand. Physikalisch begrenzt liegt der maximale Wirkungsgrad bei 59 Prozent (Betzches Limit). Diese Tatsache spielt auch bei der Netzintegration eine Rolle, wenn durch turbulente Strömungen der Wind kurzfristig abreißt und die Anlage plötzlich keine Energie mehr einspeist. Die Turbulenzforschung ist demnach auch von Bedeutung, wenn mittels Kurzzeitvorhersagen die Einstellungen an den Windenergieanlagen verändert werden könnten.¹⁷

Nicht nur der Wind zerrt an den Windenergieanlagen. Offshore machen ihnen auch die Wellen zu schaffen. Die Eigenfrequenz der meisten derzeit errichteten Türme liegt bei 0,15 bis 0,3 Herz. Das ist auch die häufigste Wellengangfrequenz in der Nordsee. Werden die Windenergieanlagen von den Wellen in ihrer Eigenfrequenz angeregt, gerät die Anlage in Schwingung und es kommt im schlimmsten Fall letztlich zum Materialversagen. Um dem entgegenzuwirken gibt es verschiedene Verfahren, die in der Zeitschrift Erneuerbare Energien beschrieben werden.¹⁸

Die erste Methode ist einfach, aber kostspielig und nicht ressourceneffizient: Die Frequenz des Turms kann durch den Einsatz von mehr Material und einem größeren Turm-

¹⁷ Peinke et al. 2014: Windenergie – eine turbulente Sache, Physik Journal 13, Nr. 7, S. 35-41

¹⁸ Denny Gille: Stillgestanden, in: Erneuerbare Energien (September 2014), S. 49-51

durchmesser mit dickeren Wänden so erhöht werden, dass ein Aufschaukeln ausbleibt.

Die zweite Methode ist der Einsatz verschiedener Turmschwingungsdämpfer, die von verschiedenen Herstellern angeboten werden. Eine neue Entwicklung ist ein leicht auch auf See einzubauender und auf Flüssigkeit basierender Schwingungstilger, der gerade von der RED Bernard GmbH erprobt wird. Auch wenn der Einsatz noch relativ teuer ist, kann die Turmschwingung zwischen 80 und 90 Prozent reduziert werden. Schwingungstilger für Offshore-Windenergieanlagen werden auch vom Ingenieurbüro Wölfel und der ESM GmbH angeboten. ESM setzt dafür keine Flüssigkeitsdämpfung, sondern ein Pendel ein, das die Schwingung mit Gewichten ausgleicht.

Als drittes kann eine vom Fraunhofer IWES entwickelte Methode zur Schwingungsdämpfung (Pitch-System) eingesetzt werden: Bei kurzzeitigen und hohen Belastungen insbesondere durch Windböen, kann eine Verstellung der Blattwinkel die Schwingung effektiv dämpfen. Diese Methode ist allerdings weniger für die Anwendung im Dauereinsatz gegen Ermüdungsversagen und bei Wind und Wellen aus unterschiedlichen Richtungen geeignet.

Je nachdem, welche Art von Schwingungsdämpfung gewählt wird, hat dies Auswirkungen auf das Design und den Designprozess der Anlagen.¹⁹

¹⁹ Denny Gille: Stillgestanden, in: Erneuerbare Energien (September 2014), S. 49-51

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)
Johannisstr. 5-6
10117 Berlin
Telefon +49 30 27 59 506-0
Telefax +49 30 27 59 506-30
info@vdi-zre.de
www.ressource-deutschland.de

Im Auftrag des:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE